

УДК 771.44

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ АДАПТИВНОЮ СИСТЕМОЮ ПЕРЕДНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

*К. О. Сорока, к.т.н., с. н. с., доцент,
Н. І. Кульбашина, к.т.н., старший викладач,*

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

Незважаючи на значне зниження інтенсивності дорожнього руху в темну пору доби, у цей період відбувається 25-30 % загальної кількості аварій. Ці аварії характеризуються, як правило, великою тяжкістю наслідків, оскільки в темну пору доби водій не має змоги точно аналізувати дорожні умови і транспортні ситуації у разі недостатньої видимості.

Під час руху звивистою дорогою і поворотах фари, які закріплені нерухомо на корпусі автомобіля, не освітлюють повною мірою усю дорогу і область дороги, де їде автомобіль, частково залишається неосвітленою. Для запобігання цього потрібно використовувати системи, які забезпечують поворот фар, відповідно до радіусу кривизни дороги.

Водію під час керування рухом автомобіля доводиться переходити на ближнє світло, а рухаючись звивистою дорогою, змінювати напрямок світлового потоку фар. Перемикання фар, змінювання їх положення відволікає водія від основної роботи – контролю за появою зустрічного транспорту і людей на дорозі, наражає на ризик дорожньо-транспортної пригоди. Під час руху на підйом або на спуск виникають ситуації, коли розподіл світлового потоку на полотні дороги змінюється і фари освітлюють тільки частину дороги, або світловий промінь піднімається і не повністю освітлює дорогу перед автомобілем.

Вимоги до системи освітлення транспортних засобів в різних умовах руху потребують диференційного підходу. Наприклад, під час руху територією міста з невеликою швидкістю та інтенсивними рухом дальність світла невелика, а світловий промінь широкий, для того щоб освітлювати проїжджу частину і пішоходів на тротуарі. У випадку руху автомагістраллю з великою швидкістю фари мають освітлювати дорогу далеко вперед і їх промінь вузький. Інші вимоги до освітлення під час руху польовою дорогою, трасами, автобанами, у разі поганої видимості через дощ, сніг, туман та в ситуаціях осліплення зустрічним транспортом.

Тому в сучасних автомобілях використовується автоматичні системи керування роботою фар. Найпростішою є механічна система зміни напрямку світлового потоку фар дальнього світла, у якій положення фар змінюється відповідно до положення рульового колеса. А у разі руху нерівною дорогою використовуються гідростабілізатори фар, які усувають мерехтіння, та змінюють положення фар у разі змінювання навантаження.

Питаннями розробки адаптивних систем переднього освітлення транспортних засобів займаються вчені багатьох держав. Серед них є дослідження, що спрямовані на забезпечення автоматичного позиціонування фар в залежності від: прискорення, будь-яких нерівностей дороги, навантаження автомобіля та його положення відносно дороги. Проводяться дослідження з орієнтації фар, пов'язаних з положенням рульового колеса для забезпечення належного освітлення під час руху кривою [1, 2]. У роботі [3] представлено автоматичне керування положенням фар, що здійснюється за допомогою мікроконтролера з використанням нечітких множин і забезпечує правильний шлях світлової плями. Положення автомобіля стосовно дороги визначається за допомогою чотирьох позиційних індуктивних датчиків, встановлених на системі підвіски коліс транспортного засобу, а імпульсний упорядкований слідкуючий привід визначає положення кожної фари. Моделювання роботи запропонованого рішення виконано в середовищі програмування MATLAB і адаптовано до програмованої системи мікросхем з використанням інтегральної схеми Cypress PSoC3.

У роботі [4] описується конструкція MBD, яка широко використовується для автомобільної вбудованої конструкції з програмним забезпеченням. Вказується, що виробники

та постачальники автомобілів часто підкреслюють важливість єдиного підходу до проектування електричних та електронних систем. У цій роботі увага приділена застосуванню MBD для дизайну автомобільної системи зовнішнього освітлення (ELS). Вказується, що ELS – це дієва система управління, яка необхідна для освітлення автомобіля і його сигналізації, зокрема вночі, і вона має бути обов'язковою для кожного дорожнього транспортного засобу згідно з чинним законодавством.

У роботі [5] для залізничного транспорту запропоновано комплексну технологію узгодженого проектування всіх компонентів систем комп'ютерного зору, включаючи оптичну систему, освітлювальні прилади, апаратне та програмне забезпечення. Запропоновано систему освітлення, що забезпечує високу рівномірність освітлення усього поля зору водія.

У роботі [6] представлена система переднього освітлення інтелектуального автомобіля, що автоматично забезпечує форму освітлення, яка необхідна у певній ситуації. Ця система дає змогу регулювати та контролювати форму лінії ізолюкс та може виконувати автоматичне регулювання, згідно зі станом дороги, інтервалу часу і зміни погоди.

У роботі [7] ставиться питання, як після впровадження Правил ЄЕК 123 до адаптивної системи переднього освітлення AFS (укр. АСПО) для автотransпортних засобів можна буде провести порівняння між первісною ідеєю АСПО та її потенційним впливом на безпеку руху і попередження аварій. У цій роботі представлено основні концепції нового способу освітлення доріг і аналізуються деякі непередбачені наслідки, які можуть виникнути в рамках нормативної бази ЄЕК після того, як присутність АСПО стане масовим. У роботі [8] представлено алгоритм адаптивної системи переднього освітлення, яка імітує поведінку водія. За допомогою системи, яка відстежує рух очей водія та створює заміри відстані зосередженого погляду водія під час руху з різною швидкістю та кривизною дороги, розроблені рекомендації щодо систем освітлення. Крім того, система освітлення доповнюється існуючим алгоритмом динамічного прогнозування траєкторії руху автомобіля. Ґрунтуючись на цих дослідженнях, побудовано алгоритм зміни кута відхиленого світлового потоку, який узгоджений з поведінкою водія.

Метою представленої роботи є розробка системи, яка б дала змогу реалізувати адаптивну систему керування переднім освітленням автомобіля з урахуванням умов руху транспортних засобів і ситуації, яка складується на дорозі в певний момент часу.

На протязі часу роботи транспортного засобу, навіть за короткі проміжки, умови руху можуть змінюватись. Щоб забезпечити потрібне освітлення система керування повинна бути адаптивною, тобто режим переднього світла повинен враховувати конкретні умови руху. Міжнародний стандарт адаптивного освітлення AFS [9] пропонує досконалий новий підхід, а саме метод адаптації, тобто – підлаштування під конкретні умови руху. Оскільки стандарт виділяє конкретні методи адаптації, то виробники автомобілів мають свободу вибору. Виходячи з різних точок зору керування використовують чотири типи алгоритмів [10]:

1) алгоритм регламенту 123, який враховує кут повороту рульового колеса транспортного засобу;

2) алгоритм, заснований на основі безпеки гальмування, який враховує гальмівний шлях транспортного засобу і забезпечує освітлення ділянки шляху достатньої для здійснення гальмування;

3) алгоритм переднього світла, який враховує час, потрібний для забезпечення безпечного руху протягом 3 с.;

4) алгоритм, заснований на особливостях попереднього огляду шляху водієм, тобто з урахуванням характеристик його зору.

У представленій роботі для досягнення її мети розглянуті процеси керування роботою адаптивної системи переднього освітлення за допомогою систем контролерів типу АРДУІНО та локальної CAN мережі. Система призначена для забезпечення безпеки транспортного засобу під час руху в темний період доби. Практично всі автомобілі, згідно рекомендацій регламенту 123

ООН [9] можуть використовувати будь-який з розглянутих алгоритмів керування. Для реалізації обрано алгоритм 4 – попереднього огляду шляху водієм. Для керування АСПО згідно цього алгоритму використовують різні системи керування: на основі контролерів АРДУІНО та з використанням CAN мережі автомобіля.

В розглянутому алгоритмі керування роботою світлового обладнання здійснюється згідно передбаченого місцезнаходження транспортного засобу за проміжок часу, коли він перейде в наступне положення [10]. Розглянуто питання швидкодії систем керування та здатності пристосовуватись до умов руху. Розроблена спроба реалізувати динамічну систему, яка б в повною мірою враховувала чинники, і дозволяла забезпечувати якісне освітлення дороги.

Як найбільш перспективною системою керування визнана система з використанням CAN-мережі. Системи основані на мікроконтролерах, як наприклад АРДУІНО, дають змогу тільки частково реалізувати функції АСПО. Хоча швидкодія контролерних систем більша, але тільки локальна CAN мережа дає змогу повною мірою реалізувати адаптивні функції АСПО. Перш за все це інтелектуальна система, яка здатна розв'язувати складні логічні задачі. Вона забезпечує можливості адаптації системи освітлення автомобіля до конкретних умов руху. За її допомогою бортовий комп'ютер автомобіля може керувати фарами. CAN мережа забезпечує передачу інформації від відеокамер, камер нічного бачення, систем супутникової навігації та електронних карт місцевості до бортового комп'ютера. Після обробки цієї інформації та прийняття рішення, згідно запрограмованих алгоритмів, бортовий комп'ютер передає команди усім пристроям, які входять в систему безпеки. В першу чергу команди передаються механізмам керування фарами і засобам реагування на аварійні ситуації. Швидкодія CAN мережі достатня для роботи АСПО в складі системи керування роботою автомобіля. Таким чином, забезпечуються адаптивні функції АСПО. Оскільки розглянуті системи досить складні і дорогі їх, поки що, доцільно встановлювати на автомобілях престижних класів С і D. Система контролерів АРДУІНО може використовуватися в автомобілях масового класу В, як більш дешева і проста.

Література:

1. Sivak M., Jester, B., Flannagan M. J. Of Minoda, Etc Optimal strategies for adaptive curve lighting. *Journal of Safety Research*, 36 (3), 2005. P. 281-288.
2. Dan R. Automatic headlight position control with microcontroller. *Romanian Review Precision Mechanics, Optics and Mechatronics*. (37), 2010. P. 59-68.
3. Yong B., Kang H., Yang S. Automatic alignment of the hidden headlight using the preview control. *KSME International Journal*, 16 (11), 2002. P.1404-1411.
4. Neme, J. H., Santos M.M.D., Teixeira E.L.S. Model Based Design for Automobile External Lighting Systems. *SAE Technical Papers*, 2015.
5. Kazanskiy N.L., Popov S. B. Integrated design technology for computer vision systems in railway transportation. *Pattern Recognition and Image Analysis*, 25(2), 2015. P. 215-219.
6. Guan X. L., Xing X. X., Lei Y. M. Research on front lighting system of automobile. *Applied Mechanics and Materials* 668-669, 2014. P. 848-851.
7. Peña-García A., Peña P., Espín A., Aznar F. Impact of Adaptive Front-lighting Systems (AFS) on road safety: Evidences and open points. *Safety Science* 50(4), 2012. P. 945-949.
8. Gao Z., Li Y. Control algorithm of Adaptive Front-lighting System based on driver preview behavior. *Proceedings of 2013 2nd International Conference on Measurement, Information and Control, ICMIC 2013*. P. 1389-1393.
9. NECE Transport Regulation No. 123, Uniform provisions concerning the approval of adaptive front-lighting systems (AFS) for motor vehicles, 2016. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A42010X0824%2801%29>.
10. Soroka K., Kharchenko V., Pliuhin V. Development of CAN network with improved parameters for adaptive car front lighting system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 9 (106), 2020. P. 24–33.